

© EPODOC / EPO

PN - FR2240461 A 19750307  
EC - G02B27/32+IDT  
PA - PHILIPS NV (NL)  
AP - FR19740027425 19740807  
PR - GB19730037326 19730807  
DT - \*T

© WPI / DERWENT

AN - 1975-C4024W [09]  
TI - Optical instrument with graticule - graticule on spherical surface concentric with semireflecting concave surface  
AB - NL7410452 A device for the observation of a graticule forming a divided scale in an optical instrument, using a transparent optical element with a concave spherical surface with a partly reflecting coated surface, and a part of a sphere, concentric with this surface and carrying the graticule. The radius of curvature of the sphere carrying the graticule is about half that of the concave surface. The eye is located approximately at their common centre of curvature.  
IW - OPTICAL INSTRUMENT GRATICULE GRATICULE SPHERE SURFACE CONCENTRIC CONCAVE SURFACE  
PN - NL7410452 A 19750211 DW197509 000pp  
- DE2436819 A 19750227 DW197510 000pp  
- FR2240461 A 19750411 DW197521 000pp  
IC - G01D13/00 ;G02B21/00 ;G02B23/10 ;G02B27/32 ;G12B11/02  
DC - P81 S01 S02  
PA - (PHIG ) PHILIPS GLOEILAMPENFAB NV  
PR - GB19730037326 19730807

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

2 240 461

A1

DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

(2)

N° 74 27425

(54) Dispositif pour observer une échelle graduée.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). G 02 B 27/32//21/00, 23/10.

(22) Date de dépôt ..... 7 août 1974, à 15 h 10 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Grande-Bretagne le 7 août 1973,  
n. 37.326/1973 au nom de la Société dite : M.E.L. Equipment Co Ltd.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 10 du 7-3-1975.

(71) Déposant : Société dite : N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, résidant aux  
Pays-Bas.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Georges Souquet, Société civile S.P.I.D., 209, rue de l'Université, 75007 Paris.

L'invention concerne un dispositif pour observer une échelle graduée. Lorsque les télescopes et les microscopes utilisés habituellement doivent être munis d'une échelle graduée, celle-ci est aménagée dans le plan d'une image réelle de la scène ou de l'objet observé, et de cette façon tant l'échelle graduée que l'image sont ajustées de façon nette dans le plan focal, de sorte que l'observation de l'image et de l'échelle graduée est possible sans parallaxe à l'aide d'un oculaire qui suit l'échelle graduée. Une difficulté survient dans le cas où une image réelle n'est pas formée dans l'instrument. 10 Cela est le cas d'un télescope à facteur d'agrandissement égal à l'unité, ce télescope pouvant être formé simplement par une fenêtre à travers laquelle une scène située à une certaine distance, est observée par l'oeil. Également dans ce cas, une échelle graduée peut néanmoins être nécessaire pour la mesure d'angles dans le champ d'observation. 15 De telles mesures peuvent constituer le but principal de télescopes à facteur d'agrandissement égal à l'unité.

Suivant un premier aspect, l'invention procure un dispositif permettant l'observation d'une échelle graduée et formé par un élément optique transparent à surface sphérique concave, munie d'une 20 couche en partie réfléchissante, et par une échelle graduée qui affec-te la forme d'une partie d'une sphère qui est concentrique à ladite surface et dont le rayon de courbure est environ égal à la moitié de celui de cette surface.

L'observation de l'échelle graduée peut avoir lieu directement par l'oeil ou par tout autre dispositif d'observation d'image, 25 par exemple une caméra de télévision dont la pupille d'entrée est centrée sur le centre de courbure qui est commun à ladite surface et à l'échelle graduée. Toutefois, il est possible également d'aménager un télescope entre le dispositif d'observation d'image et le dispositif 30 pour observer l'échelle graduée, la pupille d'entrée du télescope étant centrée de la façon précisée ci-dessus. L'élément optique transparent appartient par exemple à un autre ensemble optique utilisé pour l'observation simultanée de l'image sur laquelle l'échelle graduée est superposée. L'élément optique en question est par exemple un ménisque 35 à faible puissance négative sous l'action duquel l'image d'une scène située à une distance relativement grande est formée sur une distance permettant l'observation facile de cette image. Ledit élément optique peut toutefois appartenir également à tout autre ensemble optique qui nécessite l'emploi d'une échelle graduée.

Suivant un deuxième aspect, l'invention fournit un dispositif

d'observation qui appartient au genre dans lequel une échelle graduée est superposée et qui est formé par des premier et deuxième ménisques, le rayon de courbure du premier ménisque étant plus grand que celui du deuxième ménisque, les deux surfaces du deuxième ménisques ainsi que la surface concave du premier ménisque ayant le même centre de courbure, alors que la surface convexe du premier ménisque et les surfaces déjà citées diffèrent en concentricité dans une mesure telle que la combinaison formée par ces deux ménisques donne lieu à une puissance optique qui convient pour l'observation directe d'une scène par l'oeil qui se situe dans ledit centre de courbure commun, tandis qu'une couche en partie réfléchissante est élaborée sur ladite surface concave du premier ménisque alors qu'une échelle graduée sphérique est placée entre les deux ménisques et a comme centre de courbure ledit centre de courbure commun, le rayon de courbure de l'échelle graduée tel permettant à l'oeil d'observer sans effort ladite échelle graduée par réflexion dans la couche réfléchissante.

A l'aide d'un dispositif répondant au deuxième aspect de l'invention, il est possible d'observer une scène avec une échelle graduée qui est superposée sur la scène et qui doit fournir de l'information par exemple au sujet de la position d'une partie de la scène observée par rapport à une autre partie de la scène. L'oeil de la personne observant la scène se trouve dans la zone des centres de courbure. L'échelle graduée résulte par exemple d'un dépôt sur la surface concave du deuxième ménisque, située le plus près de l'oeil de la personne observant la scène, ou est décapée par exemple dans ladite surface ou placée près de celle-ci.

Un tel instrument constitue un télescope à facteur d'agrandissement égal à l'unité, et ne constitue en soi pas plus d'une simple fenêtre qui permet l'observation d'une scène. Les rayons lumineux émis par des parties très éloignées de la scène observée atteignent l'oeil de la personne pratiquement sans être déviés. Le rayon principal d'un point quelconque de la scène passe près du centre de courbure des surfaces et est donc perpendiculaire à celles-ci. Cela signifie que ce rayon n'est pas dévié par le système optique, de sorte que, sans déformation, la scène est observée sur un champ étendu.

Lors de l'observation de l'échelle graduée, un tel dispositif se comporte également comme un système de ménisques concentriques selon Bouwers. Du fait de donner à l'échelle graduée concentrique un rayon de courbure plus petit que celui de la surface en

partie réfléchissante, on aura que les rayons lumineux provenant d'un point sur l'échelle graduée et s'éloignant de l'œil de la personne observant la scène, sont réfléchis et sont collimatés en partie par la surface concave en partie réfléchissante du premier ménisque. Après avoir traversé le ménisque le plus proche de l'œil, le faisceau lumineux frappe l'œil de la personne et peut fournir une image apparente de l'échelle graduée en un endroit très éloigné cette image apparente étant superposée sur l'image de scène formée par le télescope. Dans ce cas également, le rayon principal du faisceau formant l'image de l'échelle graduée passe par le centre de courbure des surfaces et est donc perpendiculaire à celles-ci.

Les rayons lumineux provenant d'un point de la scène observée sont rendus divergents sous l'action des deux ménisques, en raison de ce que chaque ménisque constitue une lentille à faible puissance négative. Cela signifie que l'image observée par la personne ne se situe pas dans l'infini, mais se trouve assez près de la personne. Suivant une réalisation pratique, cette distance serait de l'ordre de 0,4 m., ce qui est un peu trop près pour ne pas fatiguer l'œil. Par une faible différence de la situation de concentricité de la face antérieure et de la face arrière d'un des ménisques, ce ménisque peut acquérir une faible puissance positive en présence de laquelle ce ménisque compense en partie la puissance négative de l'autre ménisque, de sorte que l'image peut être portée à une distance quelconque de la personne observatrice. Une distance acceptée généralement se situe dans le voisinage de 1m. Pour diminuer le plus possible la puissance négative des deux ménisques en situation concentrique des faces antérieure et postérieure de ceux-ci, il est recommandable de donner aux ménisques une épaisseur aussi réduite que possible. Suivant un exemple de réalisation pratique, le premier ménisque peut avoir une faible puissance positive, tandis que les faces antérieure et arrière du deuxième ménisque sont purement concentriques de sorte que ce ménisque a une faible puissance négative.

Les deux ménisques introduisent inévitablement une faible aberration sphérique négative qui dans le cas du ménisque se situant le plus près de l'œil, exerce une action corrigante sur l'aberration sphérique positive qui est introduite par la surface concave qui opère comme miroir pour l'image de l'échelle graduée. Tou-

tefois, lorsque l'oeil procéde à l'observation dans la lumière du jour, on a que par suite de la petite dimension de la pupille de l'oeil, l'aberration est tellement petite que les images ne sont pas influencées dans une forte mesure. En présence d'une faible intensité lumineuse, la pupille de l'oeil grandit, de sorte que l'observation des images a lieu avec une forte aberration, mais dans le cas de ces intensités lumineuses, la performance de l'oeil est quand même dégradée fortement.

La formation de l'image de l'échelle graduée peut avoir lieu également à la même distance de l'oeil que l'image de la scène si on fait en sorte que le rayon de courbure de l'échelle graduée diffère légèrement de la moitié du rayon de courbure de la couche en partie réfléchissante. Lorsque, tout en respectant la concentricité de l'échelle graduée et de la couche, en fait en sorte que le rayon de l'échelle graduée dépasse la moitié du rayon de courbure de ladite couche, il y aura divergence du faisceau lumineux qui, depuis un point sur l'échelle graduée, est réfléchi vers l'oeil de la personne observatrice, de sorte qu'apparemment, le faisceau provient d'un point qui se situe sur une distance finie au delà de la couche. Si on choisit judicieusement le rayon de l'échelle graduée, on peut faire coïncider l'image de l'échelle graduée et l'image de la scène. En procédant de la sorte, on maintient aussi réduit que possible certains défauts résultant du parallâxe lors de la lecture de l'échelle graduée.

L'échelle graduée peut affecter de nombreuses formes différentes. L'échelle graduée est par exemple élaborée par décapage dans la surface convexe du deuxième ménisque, ou par dépôt par évaporation dans une enceinte à vide ou encore par la mise en oeuvre de procédés chimiques. Les traits de l'échelle graduée peuvent être réfléchissants ou dispersants, et être éclairés par exemple par la lumière provenant de la scène ou par une lumière émise par des sources aménagées sur des endroits adéquats en dehors du champ d'observation. Lorsque l'échelle graduée appartient à la surface du deuxième ménisque, le rayon de cette surface doit être calculé soigneusement pour que celle-ci se situe à la distance exacte de la couche en partie réfléchissante, en vue de faire en sorte que par rapport à la personne observatrice, l'image de l'échelle graduée apparaît à la même distance que l'image de la scène. Toutefois, l'échelle graduée peut affecter également la forme d'une aiguille, d'un fil, d'une

grille, d'une bande de lumière ou d'une autre source émettant une lumière, un tel élément pouvant être arranger près de la surface convexe du deuxième ménisque. Un dispositif indicateur de ce genre doit avoir la forme de la surface d'une sphère dont le centre de courbure coïncide plus ou moins avec les centres de courbure des surfaces optiques, et doit, lorsque ce dispositif indicateur est mobile, suivre au cours de son mouvement la surface de cette sphère.

5 Dans le cas où l'on utilise un dispositif indicateur mobile, ce dernier est lié, par exemple à une fenêtre mobile qui laisse à découvert une échelle graduée éclairée qui se trouve sur la sphère avec le dispositif indicateur, mais qui est située au bord du champ d'observation, ladite échelle graduée étant donc observée de la même façon que l'indicateur par l'intermédiaire de la surface réfléchissante. La fenêtre peut être aussi bien immobile, cependant que

10 15 l'échelle graduée éclairée est liée à l'indicateur mobile. L'échelle graduée est étalonnée par exemple en degrés, en radians ou en mètres par kilomètre.

On doit se rendre compte que l'échelle graduée est arrangée dans le système optique telle que cette échelle graduée assombrit dans une certaine mesure la lumière provenant de la scène et formant l'image de l'échelle graduée. Aussi longtemps que l'épaisseur des traits de l'échelle graduée n'est pas trop forte et que ces traits se situent réellement assez près de l'œil, ledit assombrissement n'exerce aucune gêne.

25 Le champ d'observation pouvant être obtenu à l'aide de ce dispositif peut couvrir plus de  $90^\circ$ . Certaines difficultés pratiques que l'on rencontre lors de la fabrication des constituants et de l'échelle graduée ont probablement comme résultat qu'un champ d'observation couvrant un angle de l'ordre de  $60^\circ$  est plus raisonnable. Si pour un dispositif connu il est exigé par exemple un champ d'observation horizontal couvrant  $60^\circ$  et un champ d'observation vertical couvrant par exemple  $20^\circ$ , on y parvient sans difficultés du fait de traiter de façon adéquate les bords des ménisques ou du fait d'utiliser des masques.

30 35 Le dispositif peut être étendu davantage si une jumelle auxilliaire dont le facteur d agrandissement diffère de l'unité est aménagée de telle manière que la pupille d'entrée de cette jumelle se situe dans la zone du centre de courbure des ménisques. On peut

ainsi observer la scène avec un autre facteur d'agrandissement et avec une image de l'échelle graduée, superposée sur la scène. Dans le cas où la jumelle auxilliaire peut tourner autour de sa pupille d'entrée, il est possible de supprimer toutes les restrictions dans 5 le champ d'observation par la possibilité de balayage. La luminosité d'une scène observée à l'aide d'un tel télescope auxilliaire peut, dans le cas où le facteur d'agrandissement ~~de celui-ci~~ est élevé être diminuée en comparaison à celle que l'on obtient par l'emploi exclusif d'un télescope à facteur de grandissement égal à l'unité, en 10 raison de ce que la pupille de sortie du télescope à facteur de grandissement égal à l'unité peut être plus petite que la pupille d'entrée du télescope auxilliaire. Cela aurait comme conséquence que la pupille de sortie du système entier devient plus petite que la pupille de l'oeil, ce qui a comme conséquence la diminution de la 15 luminance apparente de la scène.

Cette diminution de luminosité concerne l'emploi d'un télescope auxilliaire utilisé à la lumière du jour. Il se peut également que le télescope auxilliaire comporte un tube intensificateur d'images ou un convertisseur d'image infrarouge utilisé dans des 20 circonstances caractérisées par peu de lumière ou lors de la recherche d'images infrarouges. Dans un tel système infrarouge, il est évidemment indispensable d'utiliser des ménisques perméables au rayonnement infrarouge.

La description suivante, en regard des dessins annexés, 25 le tout donné à titre d'exemple, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 représente un télescope à facteur de grandissement égal à l'unité.

La figure 2 illustre la façon dont un tel télescope permet 30 l'observation de l'échelle graduée.

La figure 3 illustre l'effet que la puissance négative des ménisques exerce sur le télescope représenté sur la figure 1.

La figure 4 représente un télescope réalisé en variante de celui selon la figure 1 et permettant l'observation sans fatiguer 35 l'oeil.

La figure 5 illustre plus en détail le fonctionnement du télescope selon la figure 4 à l'occasion de l'observation de l'échelle graduée.

Ci-après, en référence aux figures 1 et 2, on décrit d'abord en général la construction et le fonctionnement du dispositif permettant l'observation d'une échelle graduée. Un premier ménisque 1 a une surface sphérique antérieure 2 et une surface sphérique postérieure 3, ces surfaces étant concentriques et ayant comme centre de courbure commun le point 7. La surface 3, c'est-à-dire la surface concave, est munie d'une couche 8, en partie réfléchissante. Le deuxième ménisque 4 a une surface antérieure sphérique 5 et une surface postérieure sphérique 6, ces surfaces étant concentriques également et ayant comme centre de courbure commun également le point 7. L'échelle graduée sphérique 9 a le même centre de courbure 7 et son rayon de courbure est égal à la moitié de celui de la surface 3. Dans ce cas, la surface 5 est limitrophe de l'échelle graduée 9. La pupille 10 de l'oeil de la personne observatrice se situe près du centre de courbure commun 7 de toutes les surfaces précitées et de l'échelle graduée.

La figure 1 représente le dispositif d'observation de l'échelle graduée qui opère comme télescope à facteur de grossissement égal à l'unité, ce télescope recevant un faisceau de rayons parallèles 11 provenant d'une source ponctuelle appartenant à la scène et située à une distance relativement forte. Le rayon principal de ce faisceau 11 passe par le centre de courbure 7. Généralement, on peut avancer que les rayons du faisceau passent à travers les deux ménisques 1 et 4 sans être déviés et tout en restant parallèles, et que les rayons atteignent la pupille 10 de l'oeil de la personne observatrice avec une intensité un peu moins forte par la suite de la couche 8. Le rayon principal d'un faisceau correspondant 12 provenant d'une autre source ponctuelle appartenant à la scène et situé à une distance relativement forte, passe également par ledit centre de courbure 7 et forme un certain angle avec le faisceau 11. Le faisceau 12 est toutefois traité exactement de la même façon que le faisceau 11, de sorte que la personne observant la scène voit celle-ci sans déformation et avec un facteur de grossissement égal à l'unité.

La figure 2 montre le dispositif d'observation de l'échelle graduée qui pour l'oeil de la personne observatrice, constitue une image d'une échelle graduée qui est concentrée dans l'infini. La figure montre un cône de rayonnement 14 qui diverge depuis un point 13 sur l'échelle graduée 9 et qui frappe la couche 8, en par-

tie réfléchissante. Du fait que le point 13 se situe dans le foyer de la surface concave 8, les rayons du cône 14 sont réfléchis de façon à devenir des rayons parallèles 15, dont l'intensité est moins forte. Le rayon principal du faisceau 15 passe par le centre de courbure 7 et frappe la pupille 10 de l'oeil de la personne observatrice. L'oeil voit le point 13 concentré dans l'infini, et donc superposé sur la scène éloignée.

La figure 3 illustre plus en détail le fonctionnement du télescope à facteur de grandissement égal à l'unité. Les ménisques 1 et 4 correspondent à ceux sur la figure 1. Le faisceau de rayons parallèles 16 provenant d'un point très éloigné de la scène converge après être passé à travers la surface 2, mais diverge alors plus fortement à la sortie du ménisque 1 par l'intermédiaire de la surface 3. De cette façon, le ménisque 1 fournit un faisceau dont les rayons divergent dans une certaine mesure, ce qui signifie que ce ménisque a une faible puissance négative. La même chose a lieu dans le même sens lorsque le faisceau 16 passe ensuite à travers le ménisque 4, de sorte que la divergence du faisceau 16 est plus prononcée. La puissance négative du ménisque 4 est plus grande que celle du ménisque 1 par suite des plus petits rayons de courbure des surfaces 5 et 6. De ce fait, le faisceau 16 provient apparemment d'un point 17 qui peut se situer relativement près du télescope. De ce fait l'image de la scène éloignée apparaît sur une distance finie qui peut être trop petite pour ne pas fatiguer l'oeil de l'observateur.

La figure 4 illustre la façon dont il est possible d'augmenter la distance d'observation apparente. Le rayon de courbure de la surface 2 a été diminué, de sorte que la puissance positive de la surface 2 a augmenté. La divergence des rayons du faisceau 6 à la sortie du ménisque 1 a maintenant diminué, ou a même changé en convergence. L'effet divergent du ménisque 4 est resté le même, de sorte que la divergence finale des rayons du faisceau 16 est plus petite que sur la figure 3. De cette façon, les rayons du faisceau 16 divergent maintenant apparemment à partir d'un point plus éloigné 18 sur la figure 4. La plus forte courbure de la surface 2 peut être choisie de façon que le point 18; c'est à dire le point d'observation apparent d'une scène éloignée, se situe à une distance d'observation qui ne fatigue pas l'oeil.

La figure 5 permet de se rendre compte de la façon dont

la distance d'observation apparente de l'échelle graduée peut être modifiée et peut en particulier être rendue égale à celle de la scène. Sur la figure 5, à partir d'un point 13 de l'échelle graduée 9, les rayons du faisceau conique 14 divergent et frappent la couche 5 en partie réfléchissante 8 élaborée sur la surface concave 3 du ménisque 1. Le faisceau de rayonnement réfléchi 19 peut devenir convergent ou divergent dans une faible mesure si, sur une fiable distance par rapport au ménisque 1, l'échelle graduée 9 est éloignée ou rapprochée de ce ménisque à partir de sa position nominale dans 10 le foyer de la surface concave 8. L'échelle graduée garde son point de courbure 7 du fait qu'à l'occasion d'un mouvement tel que spécifié ci-dessus, on modifie le rayon de courbure. La divergence ou la convergence du faisceau 19 peut correspondre à celle du faisceau 21 sur la figure 4 par le choix judicieux de l'endroit occupé par l'échelle graduée. Sur la figure 5, considérée à travers le ménisque 4, l'image 20 du point 13 de l'échelle graduée se situera apparemment 15 à la même distance que le point d'observation apparent 18 de la scène éloignée sur la figure 4.

Ci-après suivent quelques particularités se rapportant à 20 un mode de réalisation déterminé d'un dispositif d'observation de l'échelle graduée couvrant un champ d'observation de  $60^\circ$ . Le matériau constituant les deux ménisques est par exemple un verre à faible indice de réfraction, mais le choix de ce matériau n'est pas critique, car il existe de nombreuses sortes de verre et de matières 25 synthétiques transparentes qui conviennent. L'épaisseur du premier ménisque suivant son axe optique est égale à 5 mm, alors que le rayon de sa surface convexe est égal à 50,25 mm et celui de sa surface concave égal à 49,75 mm. Quant au deuxième ménisque, les rayons de courbure de ses surfaces convexe et concave mesurent respectivement 30 25,0 mm et 22,0 mm, de sorte que l'épaisseur de ce deuxième ménisque est égale à 3 mm. L'échelle graduée a été élaborée par décapage sur la surface convexe du deuxième ménisque. La surface concave du premier ménisque est recouverte d'une très mince couche d'aluminium, ce qui fournit la couche semi-perméable.

REVENDICATIONS :

1. Dispositif pour observer une échelle graduée, caractérisé en ce que ce dispositif est formé par un élément optique transparent à surface sphérique concave munie d'une couche en partie réfléchissante, et par une échelle graduée qui affecte la forme d'une partie d'une sphère qui est concentrique à ladite surface et dont le rayon de courbure est environ égal à la moitié de celui de cette surface.
2. Dispositif d'observation du genre à échelle graduée superposée et qui est formé par des premier et deuxième ménisques, caractérisé en ce que le rayon de courbure du premier ménisque est plus grand que celui du deuxième ménisque, les deux surfaces du deuxième ménisque ainsi que la surface concave du premier ménisque ayant le même centre de courbure commun, alors que la surface convexe et les surfaces déjà citées diffèrent en concentricité dans une mesure telle que la combinaison formée par ces deux ménisques ~~donnent~~ donne lieu à une puissance optique qui convient pour l'observation directe d'une scène par l'oeil qui se situe dans ledit centre de courbure commun, tandis qu'une couche en partie réfléchissante est élaborée sur ladite surface concave du premier ménisque alors qu'une échelle graduée est placée entre les deux ménisques et a comme centre de courbure ledit centre de courbure commun, le rayon de courbure de l'échelle graduée permettant à l'oeil d'observer sans effort ladite échelle graduée par réflexion dans la couche réfléchissante.
- 25 3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'échelle graduée se situe sur une des deux surfaces du deuxième ménisque.
4. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'échelle graduée comporte une aiguille qui est mobile dans la surface sphérique de l'échelle graduée.

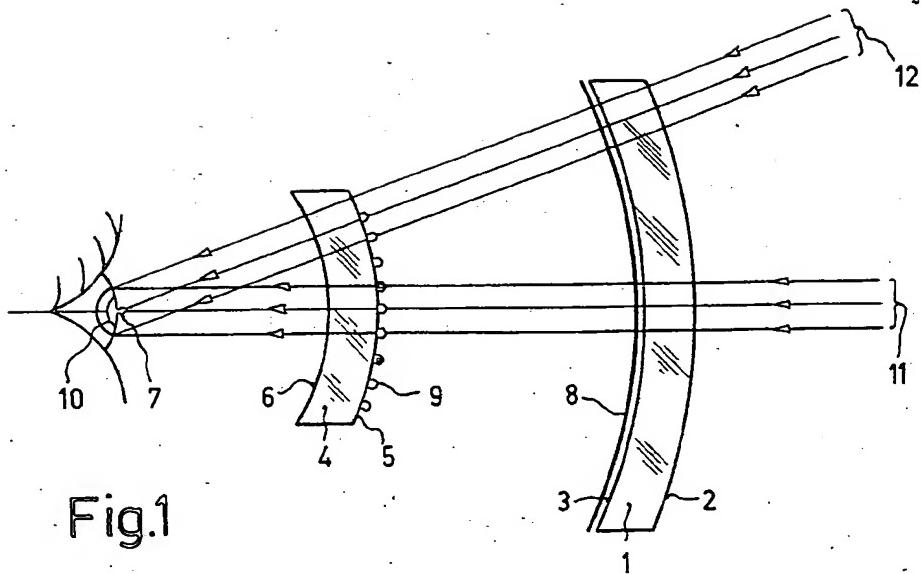


Fig.1

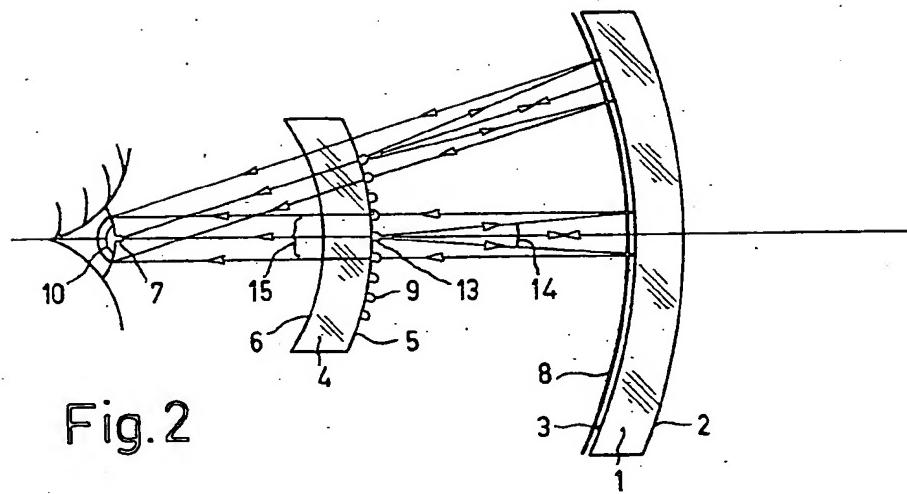


Fig.2

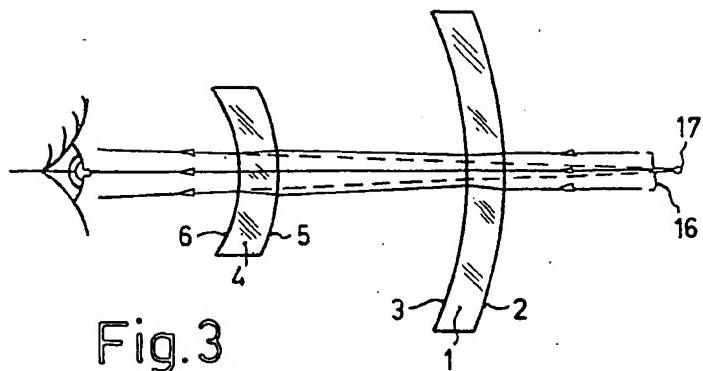


Fig. 3

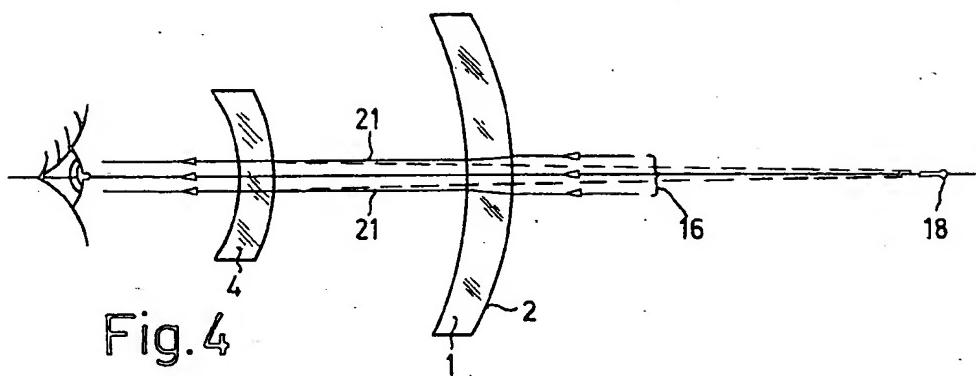


Fig. 4

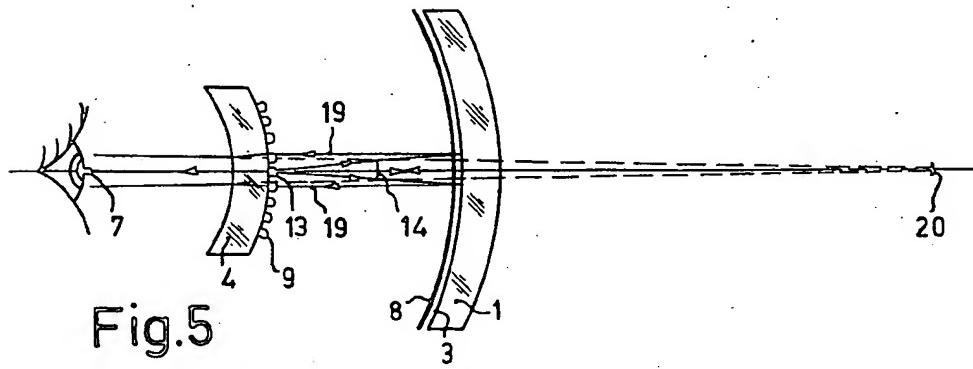


Fig. 5